

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 62-254212
(43) Date of publication of application : 06.11.1987

(51) Int. Cl.

G05D 1/02

(21) Application number : 61-096731
(22) Date of filing : 28.04.1986

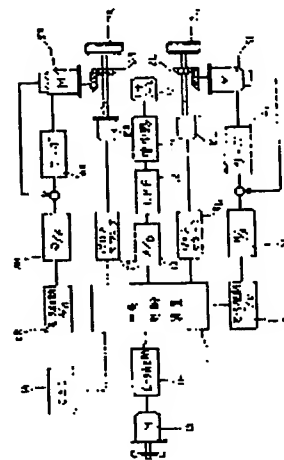
(71) Applicant : HITACHI LTD
(72) Inventor : TAGUCHI SHUNICHI
OKAWA SHUJI
OBATA MASAO

(54) SELF-TRAVELING ROBOT

(57) Abstract:

PURPOSE: To accurately obtain the data showing the azimuth change of a self-traveling robot by correcting the detection data of a rate gyro with the offset value.

CONSTITUTION: When a power supply is applied, a central controller 1 first reads the zero signal received from a rate gyro 10 and then starts a sucking motor 15 when said zero signal is stable. Thus a sweeper is started. Thus the zero signal received from the gyro 10 is read while a robot main body is vibrating and the offset value is obtained. Then the drive motors 5R and 5L are started to start the run of the robot. Then the data on the rotary encoders 8R and 8L are read for each unit time and at the same time the data received from the gyro 10 are read for each cycle of a clock pulse and averaged for each unit time. The data thus obtained are corrected with the offset value and the position ordinates and azimuth of the robot are obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-254212

⑬ Int. Cl.⁴
G 05 D 1/02

識別記号 庁内整理番号
G-8527-5H

⑭ 公開 昭和62年(1987)11月6日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 自走ロボット

⑯ 特 願 昭61-96731

⑰ 出 願 昭61(1986)4月28日

⑱ 発 明 者	田 口	俊 一	横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研 究所内
⑲ 発 明 者	大 川	修 治	横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研 究所内
⑳ 発 明 者	小 畑	征 夫	横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研 究所内
㉑ 出 願 人	株式会社日立製作所		東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
㉒ 代 理 人	弁理士 小川 勝男		外1名

明 細 書

1. 発明の名称

自走ロボット

2. 特許請求の範囲

1. ロボット本体の両側に設けられた車輪の回転を検知するロータリエンコーダの検出データと、該ロボット本体に設置されたレートジャイロの検出データとから該ロボット本体の位置および方位角を得、平面内を2次元的に自律走行可能とした自走ロボットにおいて、電源投入後の前記レートジャイロからの検出データが安定したか否かを判定する第1の手段と、該第1の手段によって該検出データが安定したと判定されたときに該検出データを読み込んでオフセット値とする第2の手段と、前記レートジャイロの検出データを該オフセット値で補正する第3の手段とを設けたことを特徴とする自走ロボット。
2. 特許請求の範囲第1項において、前記ロボット本体には振動を生ずる所望の機器が搭載されており、前記第1の手段は該機器の起動前に判

定を完了し、前記第2の手段は該機器が起動した後に前記オフセット値を得ることを特徴とする自走ロボット。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、無人搬送車などの平面内を2次元的に自律走行可能な自走ロボットに関する。

(従来技術)

従来、たとえば、特開昭58-166406号公報に開示されるように、工場内の無人台車や倉庫内の無人フォークリフトなど平面内を2次元的に自律走行するようにした自走ロボットが知られている。かかる自走ロボットは、車輪の回転を検出するセンサとレートジャイロとが設けられ、センサからのデータによって自走ロボットの移動距離を検出し、レートジャイロからのデータによって自走ロボットの方位角の変位を検出し、これら移動距離と方位角の変位から自走ロボットの現在位置と方位角とを求め、自走ロボットが所望の経路に沿って移動できるようにしている。

ところで、レートジャイロには特性のバラツキがあり、レートジャイロの検出データをそのまま用いたのでは、この特性のバラツキが計測結果に入り込み、自走ロボットの現在位置や方位角の正確な計測ができない。このために、上記特許公開公报に開示される自走ロボットにおいては、1つの作業をなして停止する毎に、レートジャイロからの検出データ(このように、自走ロボットが停止しているときのレートジャイロの検出データを、以下、零信号という)をオフセット値とし、自走ロボットが走行中に得られるレートジャイロからの検出データをこのオフセット値で補正するようにしている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

一方、レートジャイロは、電源投入によって動作を開始しても、直ちに動作が安定するのではなく、レートジャイロから得られる電圧信号は、電源が投入されると大きく変動し、時間の経過とともに安定していく。このために、上記従来技術では、自走ロボットが停止しているときに、レート

ジャイロの検出データをオフセット値としても、電源投入後の該検出データの変動により、正確なオフセット値が得られず、自走ロボットの計測される現在位置や方位角に過差が生ずるという問題があった。

本発明の目的は、かかる従来技術の問題点を解決し、現在位置や方位角の計測精度を高めることができるようにした自走ロボットを提供するにある。

〔問題点を解決するための手段〕

電源投入後のレートジャイロの検出データの変動の有無を検出し、該検出データが安定した後に、該検出データをオフセット値とする。

〔作用〕

レートジャイロの検出データをこのオフセット値で補正することにより、自走ロボットの方位角の変化を正確に検出すデータが得られる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面によって説明する。

第1図は本発明による自走ロボットの一実施例

を示すシステムブロック図であって、1は中央制御装置、2R、2Lは入出力回路、3R、3LはD/A変換回路、4R、4Lはサーボ回路、5R、5Lは走行用駆動モータ、6R、6Lはカサ歯車、7Rは右車輪、7Lは左車輪、8R、8Lはロータリエンコーダ、9R、9Lはパルスカウンタ、10はレートジャイロ、11は増幅器、12はLPF(ローパスフィルタ)、13はA/D変換回路、14は発振回路、15は掃除機の塵芥吸込用モータ、16は駆動回路である。

また、第2図は第1図に示したシステムを備える自走ロボットの構造を示す斜視図であって、17はロボット本体、18は制御回路部、19はコントロールパネル、20は電源部、21は集塵器、22は吸込用モータ15の設置部、23は吸込口、24はキャスタであり、第1図に対応する部分には同一符号をつけている。

第1図および第2図において、ロボット本体17には、左側に左車輪7L、右側に右車輪7Rが設けられ、前方にキャスタ24が設けられており、

左車輪7L、7Rは夫々走行用駆動モータ5L、5Rによって回転駆動される。また、ロボット本体17には、レートジャイロ10、制御回路部18、コントロールパネル19、電源部20や、集塵器21、設置部22に設けられた吸込用モータ15および吸込口からなる自動掃除機などが搭載されている。制御回路18には、中央制御装置1、入出力回路2R、2L、D/A変換回路3R、3L、サーボ回路4R、4L、パルスカウンタ9R、9L、増幅器11、LPF12、A/D変換回路13、発振回路14、駆動回路16などの各回路が収納されており、電源部20からこれら回路に電源電圧が供給される。

中央制御装置1は、発振回路14からのクロックパルスのタイミングで動作し、ロータリエンコーダ8R、8L、レートジャイロ10およびコントロールパネルなどから供給されるデータを処理し、また、図示しないが、障害物検知手段からのデータにもとづいて走行判断を行ない、走行用駆動モータ5R、5Lや吸込用モータ16を制御す

る。

かかる制御によってロボット本体17は直進走行、あるいは障害物などがあると、Uターンなどの進行方向の転換を行なうが、直進走行の場合には、右車輪7R、左車輪7Lが同一回転速度で回転するように、走行用駆動モータ5R、5Lが回転制御され、また、進行方向の転換の場合には、右車輪7Rと左車輪7Lとの回転速度が異なるように、走行用駆動モータ5R、5Lが制御される。

エンコーダ8R、8Lは夫々右車輪7R、左車輪7Lの回転速度に応じた繰り返し周波数のパルスが発生し、これらパルスはパルスカウンタ9R、9Lによってカウントされる。中央制御装置1は単位時間 τ 毎にこれらパルスカウンタ9R、9Lのカウント値を取り込み、まず、これらと右車輪7R、左車輪7Lの半径などから単位時間 τ 当りのロボット本体17の走行距離 ΔL_1 を算出する。レートジャイロ10はロボット本体17が進行方向を転換すると、これを角速度を $\Delta\omega$ と振幅の電圧信号として発生し、この電圧信号は、増幅器11、

LPF12で処理された後、A/D変換回路13でデジタル信号に変換され、中央制御装置1に取り込まれる。中央制御装置1はこの角速度を $\Delta\omega$ とステータからロボット本体17の単位時間 τ での進行方向転換による変位角 $\Delta\theta_1$ を算出する。これら単位時間 τ 当りの走行距離 ΔL_1 、変位角 $\Delta\theta_1$ が求まると、中央制御装置1はこれらからロボット本体17の現在位置を算出する。

現在位置が求まると、中央制御装置1は、図示しない障害物検知手段からのデータにより、ロボット本体17に対する障害物などの位置関係を判定し、ロボット本体17を直進走行、方向転換あるいは停止されるべきかを判定し、この判定結果にもとづいて走行用駆動モータ5R、5Lを制御する。

次に、ロボット本体17の位置および方位角を求める方法について第3図により説明する。なお、ロボット本体17の位置とは、右車輪7Rと左車輪7Lとの中間点の位置をいい、また、ロボット本体17の方位角とは、基準方向に対するロボッ

ト本体17の向きをいう。

第3図はX-Y座標で表わされる平面上をロボット本体17が移動する場合を示している。同図において、原点Oはロボット本体17が最初に置かれた位置とし、そこから走行を開始したときに進む方向をY軸、これに垂直な方向をX軸としており、このY軸の方向が先の基準方向である。

いま、ある時刻に座標位置 $G_{i-1}(x_{i-1}, y_{i-1})$ にあるロボット本体17が単位時間 τ で座標位置 $G_i(x_i, y_i)$ に達したとする。この場合、微小な単位時間 τ をとると、一般に、その移動経路は円弧状をなしている(直進走行の場合には、半径が無限大の円の円弧である)。

そこで、上記の移動経路がO'を原点とする円弧をなし、この間、右車輪7R、左車輪7Lは夫々距離 ΔL_{r1} 、 ΔL_{l1} だけ走行し、方位角は θ_{i-1} から θ_i に変化したものとする。この場合、これら方位角 θ_{i-1} 、 θ_i は夫々点O'を中心とし、座標位置 G_{i-1} 、 G_i を通る円のこれら座標位置 G_{i-1} 、 G_i の接線方向であるから、方位角 θ_{i-1} 、 θ_i の差、すなわち変位

角は座標位置 G_{i-1} 、 G_i 間の円弧を $\Delta\theta_1$ の角度 $\Delta\theta_1$ に等しい。したがって、右車輪7Rと左車輪7Lとの間隔を W とすると、この場合の単位時間 τ におけるロボット本体17の移動距離 ΔL_1 と変位角 $\Delta\theta_1$ は夫々次式で表わされる。

$$\Delta L_1 = \frac{\Delta L_{l1} + \Delta L_{r1}}{2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta\theta_1 = \frac{\Delta L_{l1} - \Delta L_{r1}}{W} = \Delta\omega \cdot \tau \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、角度 θ は、反時計方向を+とし、 $\Delta\omega$ は角速度である。そこで、座標位置 G_{i-1} に達するまでの移動距離を L_{i-1} とすると、座標位置 G_i までの移動距離 L_i および座標位置 G_i での方位角 θ_i は、次式で表わされる。

$$L_i = L_{i-1} + \Delta L_1 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\theta_i = \theta_{i-1} + \Delta\theta_1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

また、座標位置 G_i での座標 X_i 、 Y_i は次式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} X_i &= X_{i-1} - \Delta L_1 \cdot \sin\left(\theta_{i-1} + \frac{\Delta\theta_1}{2}\right) \\ Y_i &= Y_{i-1} + \Delta L_1 \cdot \cos\left(\theta_{i-1} + \frac{\Delta\theta_1}{2}\right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

上記の式において、単位時間 τ における左車輪7

Lと右車輪7Rの移動距離 ΔL_{L1} , ΔL_{R1} は、ロータリエンコーダ8L, 8Rからのパルスをカウントするパルスカウンタ9L, 9Rのカウント値と車輪径とにより求まる。また、角速度 $\Delta \omega$ はレートジャイロ10からのデータにより求まる。

なお、ロボット本体17の位置の初期値(X_0 , Y_0)は、X-Y座標系の(0, 0)である原点0に設定してもよいが、また、ユーザがコントロールパネル19から入力した適当な値であってもよい。

次に、中央制御装置1でのレートジャイロ10からのデータの読み込み方法について第4図を用いて説明する。なお、第4図において、(a)はレートジャイロ10の特性図であって、縦軸が電圧、横軸が時間である。(b)は発振器14からのクロックパルスを表わし、(c)はこのクロックパルスを分周して得たパルスを表わしている。

ジャイロ10からのデータの読み込みタイミングは第4図(b)に示すクロックパルスによって行なう。データを読み込む周期 Δt を数msec、例えば2

msec(周波数500Hz)ぐらいにとると、ロボット本体17を走行時の変動の周波数は数Hzであり、上記周波数よりかなり小さいために、計測誤差は無視できる。

また、2msec毎に取り込んだレートジャイロ10からの角速度信号のデータ値は、操舵などに用いるには小さいため、数10msec毎のデータ値を用いる。したがって、時間 Δt 毎の角速度データを複数個数(n 個)取り込んで角速度データの平均値を求める。すなわち、角速度信号を $f_n(x)$ とすると、上記(2)式における角速度のデータ $\Delta \omega$ は次式で表わされる。

$$\Delta \omega = \frac{\sum_{n=1}^n f_n(x)}{n} \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで、例えば $n=16$ とすると、 $\Delta t=2$ msecとした時、 $t=32$ msecとなる。この時の角速度値であれば操舵するのに不都合はない。そして、式(2)、(4)に示したように、方位角 θ は、角速度データ $\Delta \omega$ に時間 t を乗じて累積して求める。

さて、第1図に戻って、レートジャイロ10は、

走行用駆動モータ5R, 5L、掃除機用の吸込用モータ15などによる振動や外気温の影響を受け易い。したがって、振動の影響を除去するため、LFF12を設けるとともに、レートジャイロ10を防振装置に設置し、また、外気温による影響をなくするため、恒温室内に設置する。これにより、レートジャイロ10はかなり高精度の計測が可能となる。

ところで、レートジャイロ10は、電源を投入してから方位角が零を挟む出力信号、すなわち零信号が安定するまで、ある程度時間を要する。その様子を第5図に示す。なお、同図において、横軸は時間を、縦軸は電圧を夫々表わしている。レートジャイロには特性のバラツキがあるために、方位角を計測する場合、このバラツキ量を予め検出しておく必要がある。しかも、このバラツキ量は正確に検出されなければならない。このために、電源投入後、レートジャイロ10からの零信号を安定した状態で使用しなければ方位角計測に大きな誤差が生ずる。

そこで、零信号が安定したか否かを次のようにしてチェックする。すなわち、第5図において、ある時間毎にレートジャイロ10から零信号を読み込み、これら読み込んだ零信号値に変化があるか否かを判定する。このために、まず、時刻 t_0 におけるレートジャイロ10からの零信号値を計測し、次に、時刻 t_1 における零信号値を計測してそれらの差を求め、この差がある範囲内であれば安定したとみなし、範囲外であれば安定していないとみなして次の時刻 t_2 における零信号値を計測し、時刻 t_1 における零信号値との差を求め、上記のチェックを行なう。計測時間は例えば5秒おきぐらいとする。

レートジャイロ10からの零信号が安定したら、基準とするオフセット値をこの零信号から求める。オフセット値を求める一具体例を次に説明する。

オフセット値は、通常自走ロボットが停止して他の機能が動作していない状態で求める。しかし、例えば、第1図に示したように、ロボット本体17に掃除機が搭載されている場合、前述したように、

L P F 1 2 や防振装置を設けても、わずかであるが、吸込用モータ15等の振動がレートジャイロ10の零信号に直登されて出力される。したがって、オフセット値は、ロボット本体17が停止し、かつ掃除機等を動作させた状態で求める。

例えば、レートジャイロ10として振動形のジャイロを用い、加振台に固定して垂直方向に周波数260Hz、加速度0.5Gの振動を与えたときオフセット値と、加振しない場合のオフセット値を基に、加振した場合のレートジャイロ10からの出力信号から方位角を求め、さらに、約30秒経過した時のそれぞれの方位角を求めたところ、レートジャイロ10を加振台上記のように加振したときに得られるオフセット値を用いた場合は、得られる方位角 θ は 0.2° であり、加振しないときに得られるオフセット値を用いた場合は方位角 θ が -4.3° であった。実際、レートジャイロ10には回転信号を与えていないため、上記の方位角は振動による誤差である。また、上記の加振条件は、吸込用モータ15による振動を基にしたものであ

れによってロボット本体17が振動した状態でレートジャイロ10からの零信号を読み込み、オフセット値を求める(ステップD)。その後、駆動用モータ5R、5Lを起動させてロボット本体17を走行開始させる(ステップE)。

その後、ロボット本体17の走行とともに、発振回路14からのクロックパルス基準とし、単位時間 t 毎にロータリエンコーダ8R、8Lのデータを読み込む(ステップF)とともに、クロックパルスの周期 t 毎にレートジャイロ10からのデータを読み込み(ステップG)、第4図で説明したように、レートジャイロ10から順次読み込まれたデータを単位時間 t 毎に平均化し、かつ、平均化して得られたデータをオフセット値で補正した後、ロボット本体17の位置座標、方位角とを求める(ステップH)。

そして、障害物検出手段からのデータなどにもとづいてロボット本体17を走行させ続けるかを判定し(ステップI)、走行続行の場合には、ステップF~Iの一連の処理を繰り返して行ない、

る。

振動加速度を同じとし、振動周波数を10、50、100Hzと変化させても上記とはほぼ同じ結果であった。

また、上記の条件でレートジャイロ10を回転させた場合、振動時のオフセット値を用いる方が角度誤差は小さいことがわかる。

第6図は第1図における中央制御装置1の動作を示すフローチャートである。

同図において、電源を投入すると、まず、レートジャイロ10からの零信号を読み込み(ステップA)、この零信号が安定したか否かをチェックする(ステップB)。このステップA、Bは零信号が安定するまで繰り返されたが、これは、先に説明したように、レートジャイロ10からの零信号を周期的に読み込み、読み込まれた前後の零信号の差が所定の範囲内にあるか否かを判定するものである。

零信号が安定すると、次に、吸込用モータ15を起動して掃除機を動作させ(ステップC)、こ

走行不能あるいは走行させる必要がなくなると、ロボット本体17の走行を停止させて一連の動作を終える。

以上、本発明の一実施例を説明したが、本発明はかかる実施例のみに限定されるものではない。たとえば、上記実施例では、ロボット本体に掃除機を搭載しているが、塗装機などの他の作業機を搭載しても同様である。また、たとえば、運搬車などのように、モータなどの振動を生ずる機器を搭載しない場合でもよく、この場合には、第6図におけるステップCを省くことができる。

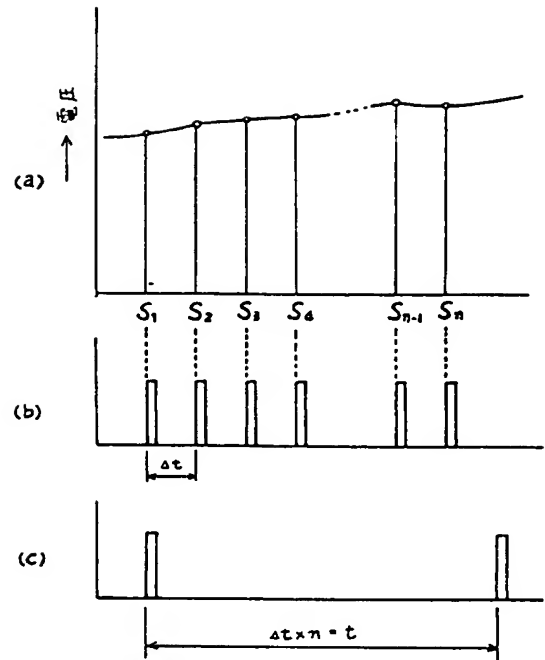
〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、方位角計測のためのオフセット値を高い精度で求めることができ、ロボット本体の位置、方位角の計測精度が大幅に向上するという優れた効果を得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による自走ロボットの一実施例を示すシステムブロック図、第2図は自走ロボッ

第4図

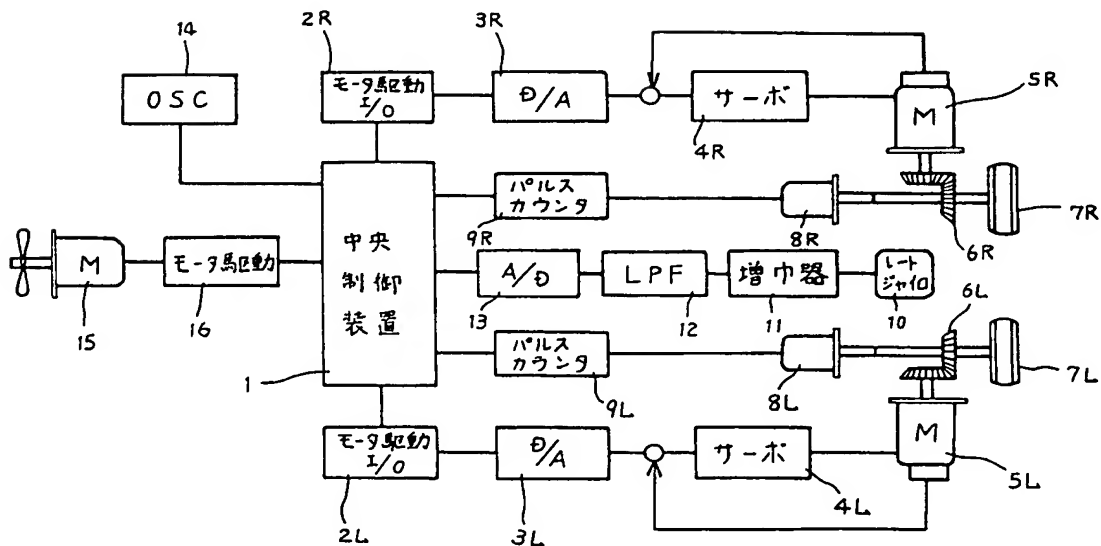


トの構成を示す全体斜視図、第3図はロボット本体の位置および方位角を求める一方法を示す説明図、第4図は第1図における中央制御装置でのレートジャイロのデータ読み込み方法を示すタイミング図、第5図は第1図におけるレートジャイロからの零信号の電源投入後の変化を示す説明図、第6図は第1図における中央制御回路の動作を示すフローチャートである。

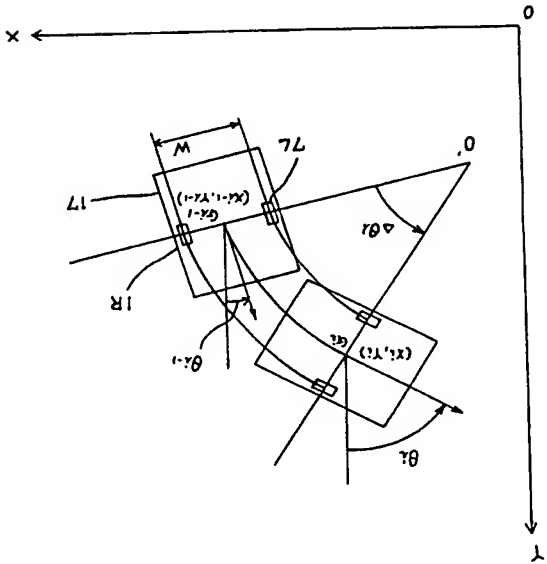
1…中央制御装置、5R、5L…駆動モータ、7R…右車輪、7L…左車輪、8R、8L…ロータリエンコーダ、10…レートジャイロ、15…掃除機の吸込用モータ、17…ロボット本体。

代理人 弁理士 小川勝男

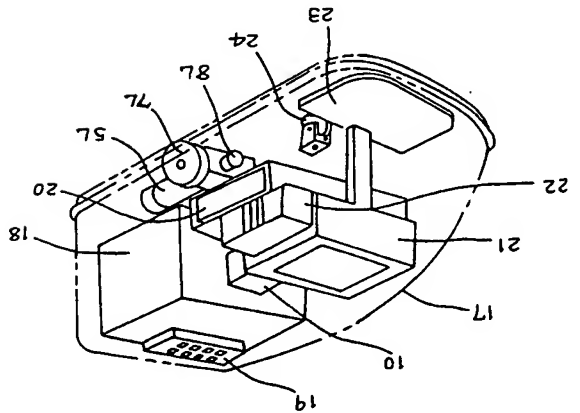
第1図



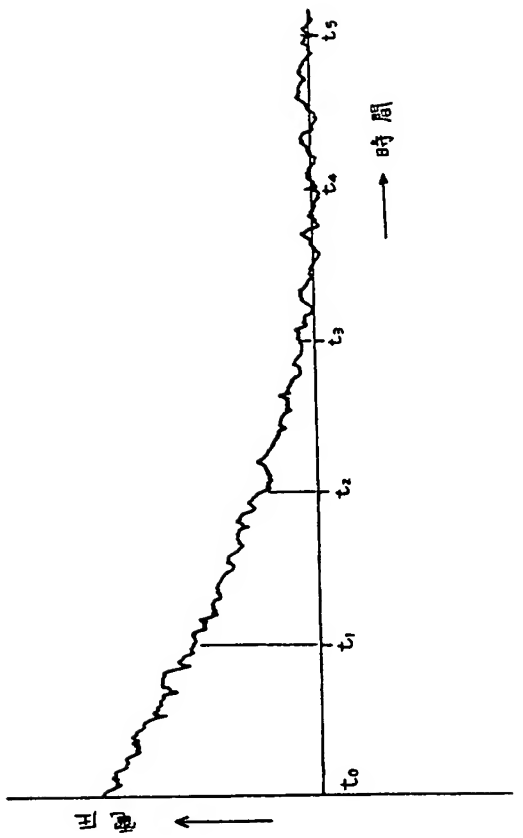
第3図



第2図



第5図



第6図

